

# INFRASTRUKTUR

## PERBANDINGAN PENGGUNAAN DINDING PENAHAN TANAH TIPE KANTILEVER DAN GRAVITASI DENGAN VARIASI KETINGGIAN LERENG

### Comparison of Cantilever Type Retaining Walls and Gravity Type at Various Heights Slopes

**Hendra Setiawan**

Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako-Jalan Soekarno Hatta Km. 8 Palu 94118,  
Email : hendra\_3909@yahoo.com

---

#### ABSTRACT

*To improve the stability of slopes, there are several methods that can be used, one of which is to use retaining wall construction. Retaining wall is a construction that serves to resist lateral soil pressure caused by the soil behind the retaining wall. There are two types of retaining wall that is often used in the field, the type of gravity and cantilever type. The research was intended to make comparisons using both types of retaining walls at various heights slopes. Soil data used in this study used data on the location of land BTN Permai Palu Bay. The results showed that the slope at an altitude of up to 6 m, the number of security or stability of the cantilever type is higher than the gravity type, both for the stability of the overturning, sliding, and the collapse of bearing capacity.*

*Keywords : slope stability, retaining walls, gravity, cantilever*

#### ABSTRAK

Untuk meningkatkan stabilitas lereng, ada beberapa metode yang bisa digunakan, salah satunya adalah dengan menggunakan konstruksi dinding penahan tanah. Dinding penahan tanah adalah konstruksi yang berfungsi untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah dibelakang dinding penahan tanah. Ada dua jenis dinding penahan tanah yang sering digunakan di lapangan, yaitu type gravitasi dan type kantilever. Penelitian ini bermaksud mengadakan perbandingan penggunaan kedua type dinding penahan tanah tersebut pada berbagai ketinggian lereng. Data tanah yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data tanah pada lokasi BTN Teluk Palu Permai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada ketinggian lereng sampai dengan 6 m, angka keamanan atau stabilitas pada type kantilever lebih tinggi dari type gravitasi, baik untuk stabilitas terhadap penggulingan, penggeseran, maupun keruntuhan kapasitas dukung

Kata Kunci : stabilitas lereng, dinding penahan, gravitasi, kantilever

#### PENDAHULUAN

Pemilihan desain dan bentuk dinding penahan tergantung pada jenis tanah di lokasi pembangunan. Dalam merencanakan konstruksi dinding penahan hal yang perlu diketahui adalah gaya-gaya horizontal, yaitu tekanan tanah lateral yang bekerja antara konstruksi dan massa tanah yang digunakan. Kestabilan dinding penahan tanah diperoleh terutama dari berat sendiri struktur dan berat tanah yang berada di atas plat pondasi. Besar dan distribusi tekanan tanah pada dinding penahan tanah sangat bergantung pada gerakan ke arah lateral tanah relatif terhadap dinding. Apabila lapisan tanah tersebut keras, maka daya dukung tanah tersebut cukup kuat untuk menahan beban yang ada, tetapi bila kondisi tanah lunak, maka perlu penanganan khusus agar mempunyai daya dukung yang baik. Hal ini memerlukan studi yang lebih terinci terhadap sifat dan kondisi tanah dasar.

Secara umum penggunaan dinding penahan di lapangan terdiri dari dua type, yaitu type gravitasi dan type kantilever. Perbedaan utama konstruksi kedua jenis dinding penahan ini adalah adanya tulangan pada type kantilever, sedangkan pada type gravitasi tidak menggunakan tulangan. Dari sisi penggunaan, type kantilever lebih banyak digunakan untuk lereng/tebing yang mempunyai ketinggian lebih dari 6 meter, sedangkan type gravitasi digunakan untuk ketinggian kurang dari 6 meter.

Stabilitas dinding penahan tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti dimensi, berat isi tanah ( $\gamma$ ), sudut geser ( $\phi$ ), kemiringan permukaan tanah dan tinggi lereng. Penelitian ini akan melakukan perancangan dinding penahan type gravitasi dan kantilever dengan variasi ketinggian lereng, sehingga akan didapatkan perbandingan kedua type dinding penahan meliputi spesifikasi teknis yaitu angka keamanan.

### a. Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi yang dibangun untuk menahan tanah yang mempunyai kemiringan/lereng dimana kemantapan tanah tersebut tidak dapat dijamin oleh tanah itu sendiri. Bangunan dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urugan atau tanah asli yang labil akibat kondisi topografinya.

Dalam penggunaannya di lapangan, dikenal beberapa jenis atau type dinding penahan tanah, antara lain :

- Dinding penahan beton type gravitasi ; dinding penahan yang dibuat dari beton tak bertulang atau pasangan batu. Sedikit tulangan beton kadang-kadang diberikan pada permukaan dinding untuk mencegah retakan permukaan dinding akibat perubahan temperatur.
- Dinding penahan type semi gravitasi ; dinding gravitasi yang berbentuk agak ramping, sehingga diperlukan penulangan beton, terutama pada bagian dinding. Tulangan beton yang berfungsi sebagai pasak, dipasang untuk menghubungkan bagian dinding dan pondasi.
- Dinding penahan type kantilever ; dinding yang terdiri dari kombinasi dinding beton bertulang yang berbentuk huruf T. Ketebalan dari kedua bagian ini relatif tipis dan secara penuh diberi tulangan untuk menahan momen dan gaya lintang yang bekerja padanya.
- Dinding counterfort ; dinding yang terdiri dari dinding beton bertulang tipis yang di bagian dalam dinding pada jarak tertentu didukung oleh plat/dinding vertikal yang disebut counterfort (dinding penguat). Ruangan di atas plat pondasi, di antara counterfort diisi dengan tanah urugan.
- Dinding penahan tembok batu yang berupa balok; terdiri dari balok-balok beton yang disusun menjadi dinding penahan.
- Dinding penahan tanah bertulang (*reinforced earth wall*); dinding yang terdiri dari dinding yang berupa timbunan tanah yang diperkuat dengan bahan-bahan tertentu, seperti geosintetik ataupun baja.

Dalam memilih jenis atau type dinding yang akan di gunakan di lapangan, hal-hal yang harus dipertimbangkan antara lain sifat-sifat tanah pondasi, kondisi tempat/lokasi, jenis atau macam pondasi, kondisi pelaksanaan dan nilai ekonomis

### b. Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Analisa stabilitas dinding penahan tanah harus meninjau hal-hal sebagai berikut :

- faktor aman terhadap penggulingan dan penggeseran harus memenuhi syarat,
- tekanan yang terjadi pada tanah dasar pondasi harus tidak boleh melebihi kapasitas dukung izin,
- stabilitas lereng secara keseluruhan harus memenuhi syarat.

Adapun proses dalam perencanaan dinding penahan tanah baik type kantilever maupun gravitasi adalah sebagai berikut :

- 1). Menentukan dimensi dinding penahan tanah.
- 2). Menghitung tekanan tanah, dalam hal ini menggunakan teori Rankine.

$$K_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) \quad (1a)$$

$$K_p = \tan^2(45 + \frac{\phi}{2}) \quad (1b)$$

$$P_a = 0,5H^2 \gamma K_a - 2cH \sqrt{K_a} \quad (2a)$$

$$P_p = 0,5H^2 \gamma K_p - 2cH \sqrt{K_p} \quad (2b)$$

dengan :  $\phi$  = sudut gesek dalam tanah ( $^\circ$ )

H = tinggi dinding (m)

$\gamma$  = berat isi tanah ( $\text{kN/m}^3$ )

$P_a$  = tekanan tanah aktif (kN)

$P_p$  = tekanan tanah pasif (kN)

- 3). Menghitung gaya vertikal dan gaya momen terhadap kaki depan pondasi.

Pada perhitungan ini akan diperoleh berat dinding W dan jumlah gaya momen  $\Sigma M_w$  dari setiap bagian dinding dan tanah di atas plat pondasi yang akan dimasukkan dalam perhitungan stabilitas dinding.

- 4). Menghitung stabilitas terhadap penggulingan.

Tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah urugan di belakang dinding penahan cenderung menggulingkan dinding dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan pondasi. Momen penggulingan ini, dilawan oleh momen akibat berat sendiri dinding penahan dan momen akibat berat tanah di atas plat pondasi.

Faktor aman terhadap penggulingan ( $F_{gl}$ ) didefinisikan sebagai :

$$F_{gl} = \frac{\Sigma M_w}{\Sigma M_{gl}} \geq 1,5 \quad (3)$$

dengan :

$$\Sigma M_w = W_{bl}$$

$$\Sigma M_{gl} = \Sigma P_{ah} h_1 + \Sigma P_{av} B$$

$\Sigma M_w$  = momen yang melawan penggulingan (kN.m)

$\Sigma M_{gl}$  = momen yang mengakibatkan penggulingan (kN.m)

- W = berat dinding + berat tanah di atas plat pondasi (kN)  
 B = lebar kaki dinding penahan (m)  
 $\Sigma P_{ah}$  = jumlah gaya-gaya horizontal (kN)  
 $\Sigma P_{av}$  = jumlah gaya-gaya vertikal (kN)

Faktor aman terhadap ( $F_{gl}$ ) bergantung pada jenis tanah, yaitu :

- $F_{gl} \geq 1,5$  untuk tanah dasar berbutir/granular,
- $F_{gl} \geq 2$  untuk tanah dasar kohesif.

Dalam tinjauan terhadap bahaya guling, apabila tekanan tanah pasif dapat diandalkan keberadaannya, maka tekanan tanah pasif dapat mengurangi bahaya momen aktif (momen guling) atau memperbesar momen pasif (momen perlawanan).

5). Menghitung stabilitas terhadap penggeseran

Gaya-gaya yang mengeser dinding penahan tanah akan ditahan oleh :

- Gesekan antara tanah dan dasar pondasi,
- Tekanan tanah pasif bila di depan dinding penahan terdapat tanah timbunan.

Faktor aman terhadap penggeseran ( $F_{gs}$ ) didefinisikan sebagai :

$$F_{gs} = \frac{\Sigma R_h}{\Sigma P_h} \geq 1,5 \quad (4)$$

dengan :

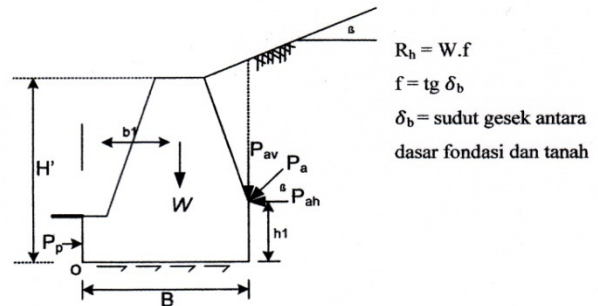
- $\Sigma R_h$  = tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran (kN)  
 W = berat total dinding penahan dan tanah di atas plat pondasi (kN)  
 $\delta_h$  = sudut gesek antara tanah dan dasar pondasi,  $(1/3 - 2/3)\phi$  ( $^\circ$ )  
 $C_a$  =  $a_d \times c$  = adhesi antara tanah dasar dan dinding  
 C = kohesi tanah dasar ( $\text{kN/m}^2$ )  
 $a_d$  = faktor adhesi  
 B = lebar pondasi (m)  
 $\Sigma P_h$  = jumlah gaya-gaya horizontal (kN)  
 $f = \tan \delta_b$  = koefisien gesek antara tanah dasar dan pondasi

Bowles (1997) menyarankan faktor aman terhadap penggeseran dasar pondasi ( $F_{gs}$ ) minimum 1,5.

Bila dinding penahan tanah dalam keadaan stabil, maka gaya-gaya yang bekerja dalam keadaan seimbang ( $\Sigma F = 0$  dan  $\Sigma M = 0$ ). Perlawanan terhadap gaya dorong ini terjadi pada bidang kontak antara dasar dinding penahan tanah dan tanah dasar pondasi.

Pada kondisi tertentu gaya geser sedemikian besarnya sehingga konstruksi tidak mampu melawan gaya geser atau dapat dikatakan konstruksi tidak

aman terhadap bahaya gaya geser, maka diusahakan untuk memperbesar gaya lawan tersebut. Usaha itu dilakukan dengan memperbesar alas pondasi, atau dibuat konstruksi pengunci.



**Gambar 1.** Stabilitas terhadap penggulingan dan penggeseran

6). Menghitung stabilitas terhadap kapasitas dukung tanah

Kapasitas dukung ultimit dihitung dengan menggunakan persamaan Hansen (1970) untuk beban miring dan eksentris :

$$q_u = d_c i_c c N_c + d_q i_q D_f \gamma N_q + d_\gamma i_\gamma 0,5 B \gamma N_\gamma \quad (5)$$

dengan :

- $d_c, d_q, d_\gamma$  = faktor kedalaman  
 $i_c, i_q, i_\gamma$  = faktor kemiringan beban  
 c = kohesi tanah ( $\text{kN/m}^2$ )  
 $D_f$  = kedalaman pondasi (m)  
 $\gamma$  = berat volume tanah ( $\text{kN/m}^3$ )  
 B = lebar pondasi dinding penahan tanah (m)  
 $N_c, N_q, N_\gamma$  = faktor kapasitas dukung Terzaghi

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung didefinisikan sebagai :

$$F = \frac{q_u}{q} \geq 3 \quad (6)$$

dengan : q = tekanan akibat beban struktur.

Bila dihitung dengan berdasarkan lebar pondasi efektif, yaitu tekanan tanah pondasi ke tanah dasar terbagi rata secara sama, maka :

$$e \leq \frac{B}{6} \quad (7)$$

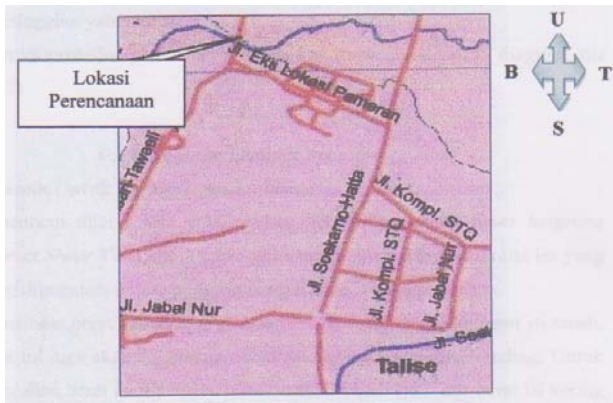
$$q = \frac{2v}{3(B - 2e)} \text{ bila } e \geq B/6 \quad (8)$$

Dalam perancangan, lebar pondasi dinding penahan (B) sebaiknya dibuat sedemikian sehingga  $e < B/6$ . hal ini dimaksudkan agar efisiensi pondasi maksimum dan perbedaan tekanan pondasi pada ujung-ujung kaki dinding tidak besar (untuk mengurangi resiko keruntuhan akibat penggulingan).

## METODE PENELITIAN

### a. Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini, dipilih lokasi yang akan digunakan sebagai lokasi untuk perencanaan dinding penahan tanah adalah pada lokasi BTN Teluk Palu Permai. Lokasi ini dipilih dengan pertimbangan pada lokasi tersebut mempunyai lereng yang berpotensi untuk mengalami longsor dan gerusan, sehingga perlu diketahui sifat dan kondisi tanah dasar yang lebih terinci.



Gambar 2. Peta Lokasi Perencanaan

### b. Keadaan Geologi dan Mekanika Tanah

Kondisi geologi tanah pada sekitar lokasi perencanaan yang terletak pada lokasi BTN Teluk Palu permai dikategorikan sebagai tanah berbutir kasar (pasir) dan bergradasi buruk (SP).

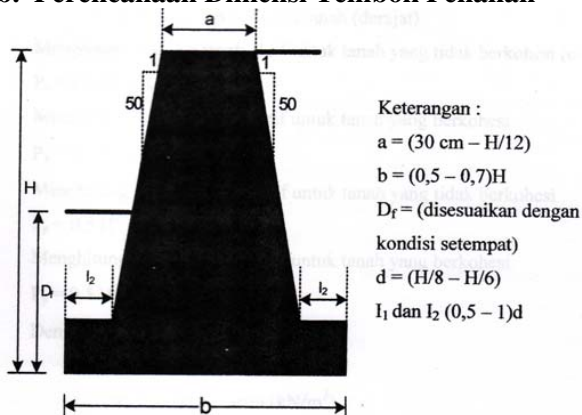
### c. Langkah Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui bagaimana perbandingan penggunaan tembok penahan type gravitasi dan kantilever pada lereng yang memiliki ketinggian yang rendah. Sistematika prosedur percobaan lebih terinci dapat dilihat pada diagram alir (Gambar 7 Lampiran).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Data Tanah

### b. Perencanaan Dimensi Tembok Penahan



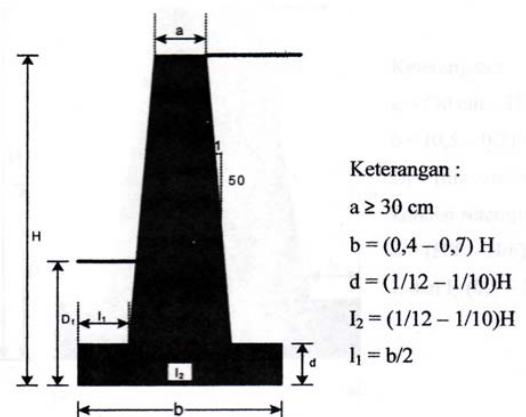
Untuk keperluan perencanaan dinding penahan, diperlukan data tanah di lapangan. Dalam penelitian ini digunakan data tanah yang terletak di lokasi BTN Teluk Palu Permai. Kondisi geologi tanah pada sekitar lokasi perencanaan dikategorikan sebagai tanah berbutir kasar (pasir) dan bergradasi buruk (SP). Parameter tanah yang perlu diketahui untuk melakukan perencanaan dinding penahan tanah adalah :

- Kohesi ( $c$ ) dan sudut gesek ( $\phi$ ) didapatkan dengan melakukan pengujian uji geser langsung (*direct shear test*) di laboratorium, baik untuk tanah asli maupun tanah urugan.
- Berat isi basah ( $\gamma_b$ ) diperoleh dengan pengujian berat isi tanah.
- Perencanaan menggunakan berat isi beton  $2,4 \text{ ton/m}^3$  dan berat isi pasangan batu kali  $2,2 \text{ ton/m}^3$ .

Adapun data tanah yang didapatkan dari pengujian laboratorium adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Data Tanah

$\gamma_b \text{ (g/cm}^3\text{)}$	$\gamma_d \text{ (g/cm}^3\text{)}$	$c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	$\phi \text{ (}^\circ\text{)}$
1,741	1,519	0,0896	37,69
1,723	1,509	0,0466	31,83
1,745	1,522	0,0672	32,88
1,744	1,494	0,0672	36,77
1,732	1,451	0,1165	33,37
1,715	1,538	0,1048	37,24
1,764	1,535	0,1595	39,91
1,752	1,526	0,1774	33,87
1,769	1,538	0,2410	32,35
1,712	1,498	0,0564	42,37



Gambar 3. Dimensi Dinding Penahan type gravitasi dan kantilever

### c. Perbandingan Dinding Penahan Type Gravitasi dan Kantilever

Hasil perhitungan variasi nilai ketinggian (H) terhadap stabilitas penggulingan (Fgs), stabilitas

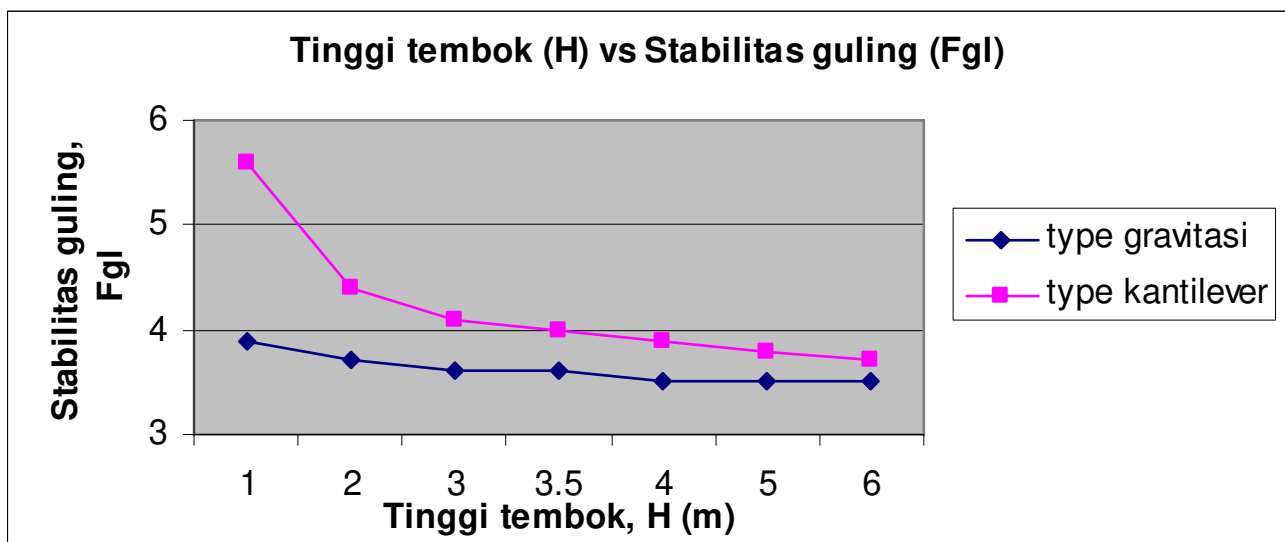
penggeseran (Fgs) dan stabilitas kapasitas daya dukung tanah (F) dapat dilihat pada tabel 2 dan 3.

**Tabel 2. Hasil perhitungan Variasi H untuk type Gravitasi**

H(m)	1	2	3	3.5	4	5	6
Fgl	3.9	3.7	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5
Fgs	1.94	1.67	1.54	1.50	1.47	1.41	1.38
F	24.57	18.43	15.53	14.59	13.84	12.72	11.93

**Tabel 3. Hasil perhitungan Variasi H untuk type Kantilever**

H(m)	1	2	3	3.5	4	5	6
Fgl	5.6	4.4	4.1	4	3.9	3.8	3.7
Fgs	2.65	1.90	1.59	1.50	1.43	1.33	1.27
F	34.95	32.05	27.01	24.73	22.90	20.19	18.32

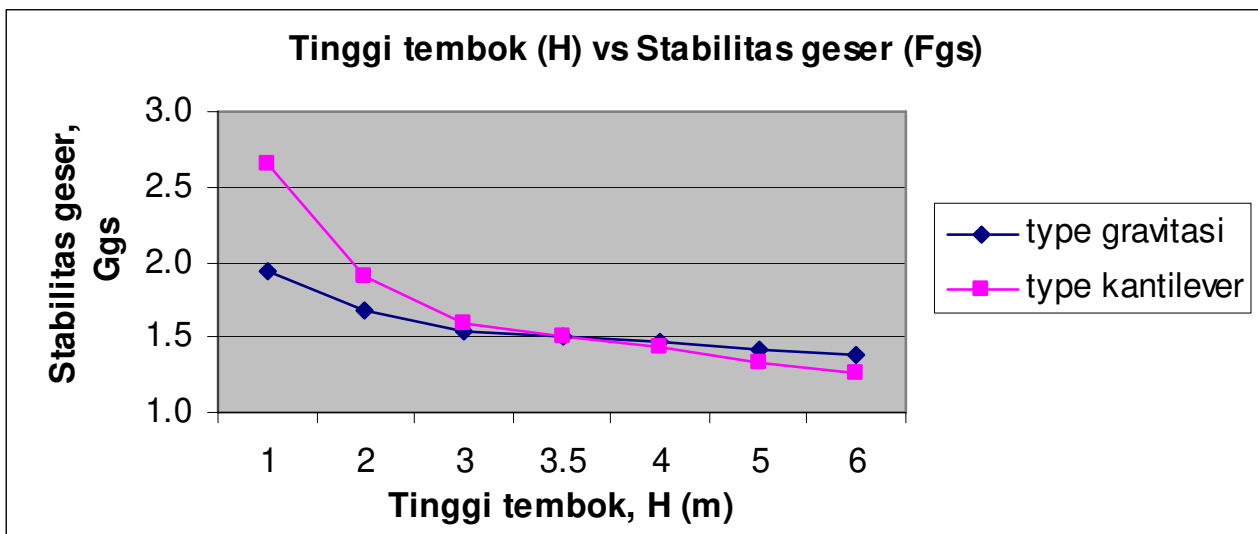


**Gambar 4.** Grafik H Vs Fgl

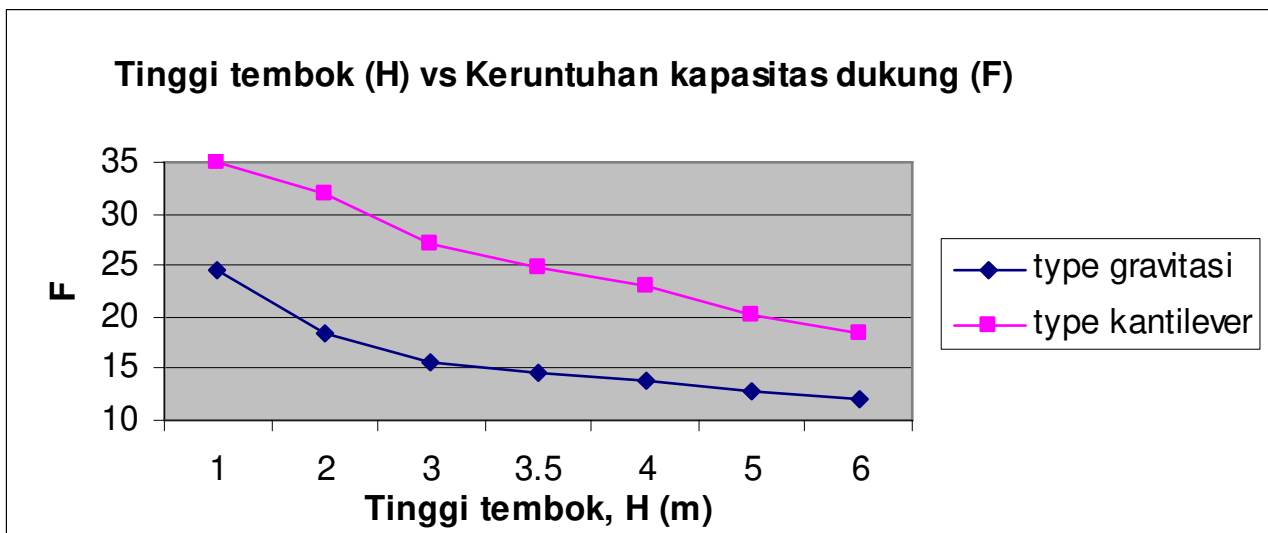
Dari grafik H vs Fgl di atas terlihat bahwa pada ketinggian 1m – 6m dinding penahan type gravitasi memiliki stabilitas guling (Fgl) antara 3,9 – 3,5 dengan dimensi B = 1,05 m – 4,98 m, sedangkan type kantilever memiliki Fgl antara 5,6 – 3,7 dengan dimensi B = 1,2 m – 4,2 m. Semakin tinggi dinding penahan, semakin kecil stabilitas gulingnya.

Pada **Gambar 5** terlihat bahwa pada ketinggian 1m – 6m dinding penahan type gravitasi dengan dimensi B = 1,05 m – 4,98 m didapatkan stabilitas geser (Fgs) antara 1,935 – 1,377. sedangkan untuk type kantilever Fgs yang didapatkan berkisar antara 2,651 – 1,271 dengan dimensi B 1,2 m – 4,2 m.

Untuk stabilitas keruntuhan kapasitas dukung, hasilnya terlihat pada **Gambar 6**. type gravitasi memberikan F berkisar antara 24,572 – 11,926 untuk ketinggian lereng antara 1 m – 6 m dengan dimensi B = 1,05 m – 4,98 m. Sedangkan untuk type kantilever didapatkan nilai F berkisar antara 34,949 – 18,319 pada ketinggian juga 1 m – 6 m dengan nilai dimensi B antara 1,2 m – 4,2 m.



Gambar 5. Grafik H Vs Fgs



Gambar 6. Grafik H Vs F

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perencanaan dinding penahan type gravitasi dan type kantilever dengan menggunakan data tanah pada lokasi BTN Teluk Palu Permai pada ketinggian lereng sampai dengan 6 m didapatkan bahwa :

- Stabilitas guling (Fgl) type kantilever ( $F_{gl} = 5,6-3,7$ ) lebih tinggi daripada type gravitasi ( $F_{gl} = 3,9-3,5$ ). Kecenderungan nilai Fgl semakin menurun dengan bertambahnya tinggi lereng.
- Stabilitas geser (Fgs) type kantilever ( $F_{gs} = 2,651-1,271$ ) lebih tinggi daripada type gravitasi ( $F_{gs} = 1,935-1,377$ ). Kecenderungan nilai Fgs juga menunjukkan penurunan dengan bertambahnya ketinggian lereng.

- Stabilitas keruntuhan kapasitas dukung (F) type kantilever ( $F = 34,949-18,319$ ) lebih tinggi daripada type gravitasi ( $F = 24,572-11,926$ ). Kecenderungan nilai F juga cenderung menurun dengan makin tingginya lereng.

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan penelitian perbandingan kedua type dinding penahan tanah tersebut untuk ketinggian melebihi 6 m dengan pembahasan sampai dengan rencana anggaran biaya, sehingga akan didapatkan perbandingan yang bukan hanya dari sisi teknis, tapi juga nilai ekonomis dari kedua type dinding penahan tanah tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

Ahsan, S., 2008, *Studi Karakteristik Teknis Tanah Pada Lokasi Perumahan Teluk Palu Permai*

– Tugas Akhir. Fakultas Teknis Universitas Tadulako, Palu.

AM. Fitriani, 2008, *Perencanaan Tembok Penahan Kolam Renang Pada Lokasi Kampus UNTAD* – Tugas Akhir. Fakultas Teknik Unoversitas Tadulako, Palu.

Ariana, Ida Bagus Made, 2000, *Perencanaan Tembok Penahan Sebagai Alternatif Penanggulangan Longsoran Pada Poros Jalan Salua – Kulawi* – Tugas Akhir. Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu.

Das, B.M. 1998, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)* Jilid 2, Terjemahan Dalam Bahasa Indonesia, Erlangga, Jakarta.

Hardiyatmo, H.C., 1992, *Mekanika Tanah I*, PT. Gramedia. Jakarta.

Hardiyatmo, H.C., 1994, *Mekanika Tanah II*, PT Gramedia. Jakarta.

Hardiyatmo, H.C., 2002, *Teknik Fondasi I*, Edisi Kedua. PT. Gramedia. Jakarta.

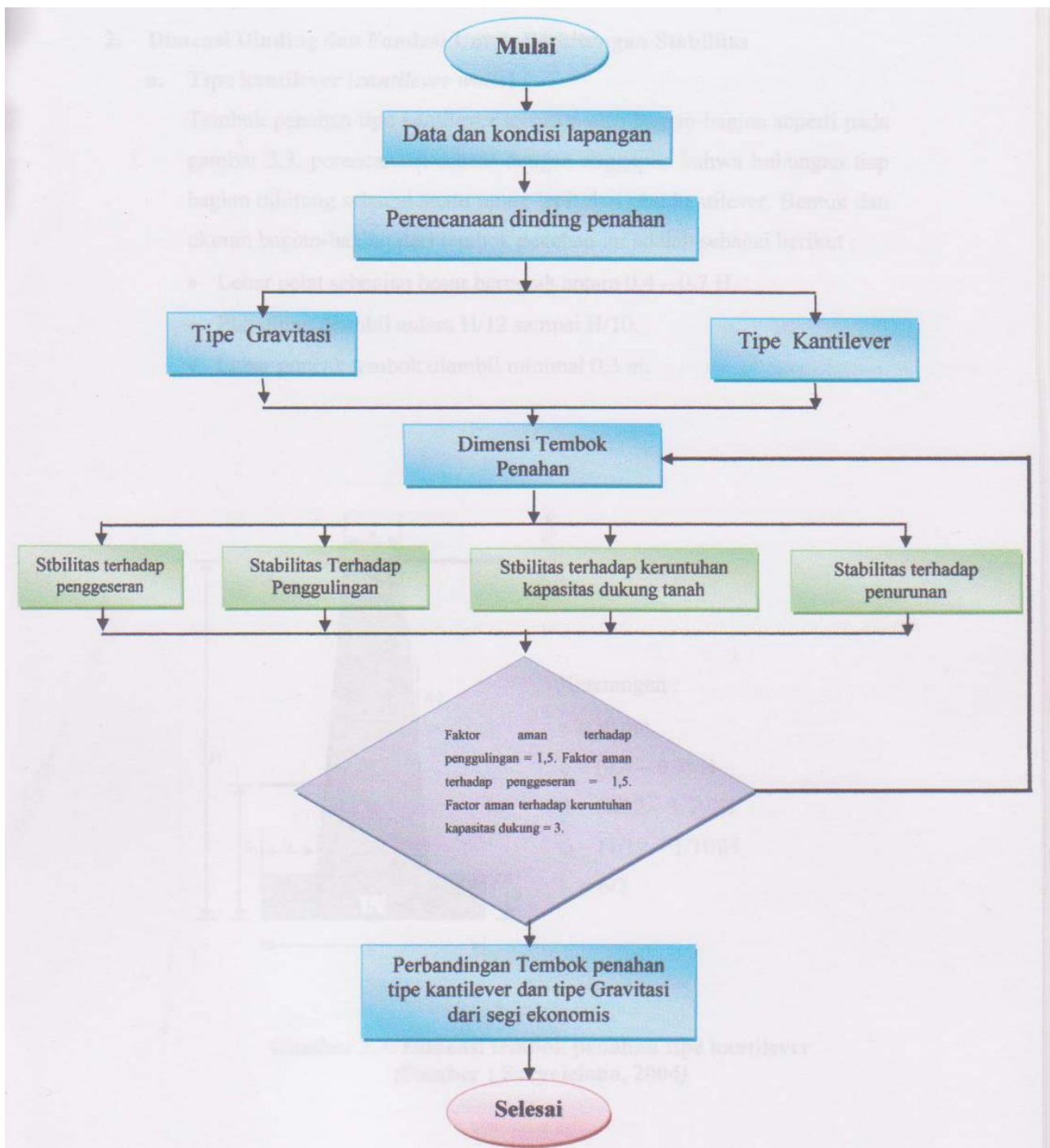
Soedarmo, G.D., Purnomo, S.J., 1997, *Mekanika Tanah II*. Edisi Pertama. Kanisius. Yogyakarta.

Suryolelono, K.B. 2004, *Perencanaan Fondasi, Nafiri*. Yogyakarta.

Suyono Sosrodarsono, Kazuto Nakazawa, 1994, *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Paradnya Paramita. Jakarta.



## Lampiran



Gambar 7. Bagan Alir Perencanaan